

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

06.01.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 1 月 7 日
Date of Application:

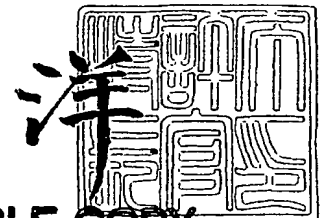
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 0 2 3 7 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 0 0 2 3 7 7]

出 願 人 ローム株式会社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 2 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 RHM03-130
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 H01L 33/00
H01L 39/06
H01L 39/08

【発明者】
【住所又は居所】 京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内
【氏名】 丸田 秀昭

【特許出願人】
【識別番号】 000116024
【氏名又は名称】 ローム株式会社
【代表者】 佐藤 研一郎

【代理人】
【識別番号】 100119677
【弁理士】
【氏名又は名称】 岡田 賢治
【電話番号】 03-3575-2752

【選任した代理人】
【識別番号】 100115794
【弁理士】
【氏名又は名称】 今下 勝博

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 202154
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0305762

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

基板と、該基板上に、少なくとも、第 1 半導体層と、活性層と、第 2 半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第 2 半導体層は該第 1 半導体層と異なった極性を持ち、かつ該第 2 半導体層の側の露出した上面の面積に対して、該活性層の露出している側面の該第 1 半導体層、該活性層および該第 2 半導体層の面積の合計が 5 % 以上である半導体発光素子。

【請求項 2】

基板と、該基板上に、少なくとも、第 1 半導体層と、活性層と、第 2 半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第 2 半導体層は該第 1 半導体層と異なった極性を持ち、かつ該活性層に含まれるすべての点から該活性層の露出している側面までの最短距離が $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下の半導体発光素子。

【請求項 3】

基板と、該基板上に形成された少なくとも第 1 半導体層と活性層と第 2 半導体層とを順に含む 2 以上のメサ部と、を備える半導体発光素子であって、該第 2 半導体層は該第 1 半導体層と異なった極性を持ち、かつ少なくとも該第 2 半導体層および該活性層が該メサ部間で空間的に分離されている半導体発光素子。

【請求項 4】

基板と、該基板上に形成された少なくとも第 1 半導体層と活性層と第 2 半導体層とを順に含む 2 以上のメサ部と、を備える半導体発光素子であって、該第 2 半導体層は該第 1 半導体層と異なった極性を持ち、かつ該メサ部を接続するブリッジ部を除いて少なくとも該第 2 半導体層および該活性層が該メサ部間で空間的に分離されている半導体発光素子。

【請求項 5】

少なくとも、基板と、第 1 半導体層と、活性層と、第 2 半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第 2 半導体層は、該第 1 半導体層と異なった極性を持ち、かつ該第 2 半導体層の側の露出した上面が該第 2 半導体層の側の露出した上面から少なくとも該活性層にまで達する凹部を有する半導体発光素子。

【請求項 6】

前記第 2 半導体層の側の露出した上面の面積に対して、前記活性層の露出している側面の前記第 1 半導体層、前記活性層および前記第 2 半導体層の面積の合計が 5 % 以上であることを特徴とする請求項 2 から請求項 5 に記載の半導体発光素子。

【請求項 7】

少なくとも前記活性層に含まれるすべての点から前記活性層の露出した側面までの最短距離が $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下の請求項 3 から請求項 5 に記載の半導体発光素子。

【請求項 8】

前記第 2 半導体層の側の露出した上面の形状が 45 度よりも小さい角度の頂点を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 に記載の半導体発光素子。

【請求項 9】

前記活性層の露出している側面と前記第 2 半導体層の側の露出した上面とのなす一方の内角が 138 度以上であることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 に記載の半導体発光素子。

【請求項 10】

前記基板の前記第 1 半導体層が形成された面に対して反対の側の面に反射層を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 9 に記載の半導体発光素子。

【請求項 11】

前記半導体発光素子が $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$) で表される III 族窒化物系化合物半導体発光素子であることを特徴とする請求項 1 から請求項 10 に記載の半導体発光素子。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体発光素子

【技術分野】

【0001】

本発明は、出射効率の高い半導体発光素子に関する。特に、側面からの光の取り出しを重視した半導体発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の半導体発光素子は、図1のように構成されていた。図1は、 $Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) で表されるIII族窒化物系化合物半導体からなるGaN系半導体発光素子の例である。図16において、81はp側ボンディングパッド、82はp型電極、83はp-GaN半導体層、85はInGaN活性層、86はn-GaN半導体層、87はサファイア基板、88はn型ボンディングパッド、89はn型電極である。

【0003】

$Al_xGa_yIn_{1-x-y}N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) で表されるIII族窒化物系化合物半導体を始め発光素子を形成する材料の屈折率は、空気に比較してかなり高く、例えば、図1に示すGaN系半導体発光素子では、InGaN活性層85で発光した光がp型電極82を通して空気中に出射するには、p-GaN半導体層83での空気中への入射角が臨界角以下でなければならない。入射角が臨界角を超えると空気中に出射できなくなり、全反射する。

【0004】

全反射された光は半導体発光素子内を伝搬していく。伝搬の状況を図2に示す。図2は活性層を有する半導体発光素子の中を伝搬する光の例である。図2において、91は半導体層、92は活性層、93は半導体層、94は半導体発光素子の上面、95は半導体発光素子の底面、96は伝搬する光を説明するための点光源である。

【0005】

活性層92の中の例えば点光源96の位置で発光した光が、半導体層91を通り、上面94に達する。入射角が臨界角以下のときは空気中に出射する。臨界角 θ_0 は半導体層91の屈折率を n_0 、空気の屈折率を1とすると、下記の式で与えられる。

$$\theta_0 = \sin^{-1} (1/n_0) \quad (1)$$

(1) 式より、 $n_0 = 2.8$ のとき、 $\theta_0 = 21$ 度となり、入射角 θ が21度以下であれば、上面94から空気中に出射する。点光源96から半導体発光素子の上面94方向に向かった光、又は点光源96から半導体発光素子の底面95に向かってから底面95で反射された光が半導体発光素子の上面94から空気中に出射する割合 η は、下記の式で与えられる。

$$\eta = (1 - \cos \theta_0) \quad (2)$$

(2) 式において、 $\theta_0 = 21$ 度のとき、 $\eta = 7\%$ となる。半導体発光素子が直方体であるとすれば、全方向に向かった光のうち、空気中に出射する割合は、 $3\eta = 21\%$ で、79%が半導体発光素子内に閉じ込められる。

【0006】

しかし、入射角 θ が21度以上であれば、全反射して再び半導体層91、93内を伝搬する。活性層92で発光した光にとって、半導体層91、93は透明であるが、活性層92は発光した光に対応するバンドギャップを有するため吸収体にもなりうる。半導体層91、93を伝搬する際に、活性層92も通過するため、通過するたびに吸収損により、伝搬する光が減衰する。

【0007】

半導体発光素子の側面に到達した光は入射角が21度以上であれば、再び全反射されて、半導体発光素子内に閉じ込められてしまう。入射角が21度以下であれば、空気中に出射する。前述したように、活性層92を何度も通過した光は減衰しているため、出射した

光も強度が小さくなってしまう。

【0008】

このように、活性層で発光した光が全反射によって、内部に閉じ込められる割合が多く、また、側面から出射する光も減衰している。活性層で発光した光を外部に取り出すことのできる割合を外部量子効率と呼ぶ。このような理由で従来の半導体発光素子では外部量子効率が悪い。

【0009】

半導体発光素子の側面での全反射を少なくするために、上面の形状を三角形にした技術もある（例えば、特許文献1参照。）。しかし、前述したように、いくら、側面での全反射を少なくしても、側面から出射する光が減衰していたのでは、外部量子効率の向上が望めない。

【特許文献1】特開平10-326910号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、このような問題を解決するために、半導体発光素子において、外部量子効率を改善することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

前述した目的を達成するために、本願第1発明は、基板と、該基板上に、少なくとも、第1半導体層と、活性層と、第2半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ該第2半導体層の側の露出した上面の面積に対して、該活性層の露出している側面の該第1半導体層、該活性層および該第2半導体層の面積の合計が5%以上である半導体発光素子である。

【0012】

また、本願第2発明は、基板と、該基板上に、少なくとも、第1半導体層と、活性層と、第2半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ該活性層に含まれるすべての点から該活性層の露出している側面までの最短距離が40 μ m以下の半導体発光素子である。

【0013】

また、本願第3発明は、基板と、該基板上に形成された少なくとも第1半導体層と活性層と第2半導体層とを順に含む2以上のメサ部と、を備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ少なくとも該第2半導体層および該活性層が該メサ部間で空間的に分離されている半導体発光素子である。

【0014】

また、本願第4発明は、基板と、該基板上に形成された少なくとも第1半導体層と活性層と第2半導体層とを順に含む2以上のメサ部と、を備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ該メサ部を接続するブリッジ部を除いて少なくとも該第2半導体層および該活性層が該メサ部間で空間的に分離されている半導体発光素子である。

【0015】

また、本願第5発明は、少なくとも、基板と、第1半導体層と、活性層と、第2半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は、該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ該第2半導体層の側の露出した上面が該第2半導体層の側の露出した上面から少なくとも該活性層にまで達する凹部を有する半導体発光素子である。

【0016】

本願発明において、前記第2半導体層の側の露出した上面の面積に対して、前記活性層の露出している側面の前記第1半導体層、前記活性層および前記第2半導体層の面積の合計が5%以上とすることができる。

【0017】

また、本願発明において、少なくとも前記活性層に含まれるすべての点から前記活性層の露出した側面までの最短距離が $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下とすることができる。

【0018】

また、本願発明において、前記第2半導体層の側の露出した上面の形状が45度よりも小さい角度の頂点を形成することができる。

【0019】

また、本願発明において、前記活性層の露出している側面と前記第2半導体層の側の露出した上面とのなす一方の内角が138度以上とすることができる。

【0020】

また、本願発明において、前記基板の前記第1半導体層が形成された面に対して反対の側の面に反射層を備えることができる。

【0021】

また、本願発明において、前記半導体発光素子が $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$) で表される III 族窒化物系化合物半導体発光素子とすることができる。

なお、本願発明における各構成は、可能な限り組み合わせることができる。

【発明の効果】

【0022】

以上説明したように、本発明によれば半導体発光素子の出射効率を高めることができる。とくに、側面からの光の取り出しを優れたものとすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本願発明の実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。

(実施の形態1)

本実施の形態は、基板と、該基板上に、少なくとも、第1半導体層と、活性層と、第2半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ該第2半導体層の側の露出した上面の面積に対する該活性層の露出している側面の該第1半導体層、該活性層および該第2半導体層の面積の合計の割合を大きくすることによって、外部量子効率の拡大を図る半導体発光素子である。

【0024】

図3に本願発明の半導体発光素子の外形モデルの例を示す。図3において、11は第2半導体層、12は活性層、13は第1半導体層、14は基板、15は第2半導体層の側の露出した上面、17は活性層の露出している側面、21、22はボンディングパッドである。

【0025】

ここで、 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$) で表される III 族窒化物系化合物からなる窒化物系半導体発光素子では、サファイア基板上に GaN バッファ層、n-GaN 第1半導体層、GaInN 活性層、p-GaN 第2半導体層を積層し、n型電極形成のために、エッチングによって n-GaN 第1半導体層の一部、GaInN 活性層、p-GaN 第2半導体層を露出させることがある。この場合、n-GaN 第1半導体層の一部がエッチングされないで残される。本明細書では、側面17には残された第1半導体層の側面も含まれる。図3においては、活性層12の露出している側面17とは、図3に示す斜線部に相当した部分で、基板14の側面や、基板14上に残されている第1半導体層13の一部分の側面を含む。但し、図3に示す側面17の斜線部は半導体発光素子の1つの側面のみを表している。なお、本明細書において、以下同様とする。

【0026】

図3において、基板14上に第1半導体層13、活性層12、第2半導体層11、が形成されている。第2半導体層11と第1半導体層13はそれぞれ p 型又は n 型の半導体層で、かつ極性が異なっている。このとき、p 型半導体層から供給されたホールと n 型半導

体層から供給された電子が活性層 12 で再結合して発光する。発光した光は、図 2 で説明したように、第 2 半導体層 11 の側の上面 15 から出射するか、第 1 半導体層 13、第 2 半導体層 11 を伝搬して側面から出射する。

【0027】

本実施の形態では、図 3 における第 2 半導体層 11 として GaN 層（屈折率 2.8、透過率 100%）が $0.3\mu\text{m}$ と AlGaIn 層（屈折率 2.65、透過率 100%）が $0.01\mu\text{m}$ 、活性層 12 として GaInN 層（屈折率 2.8、透過率 95.5%）が $0.1\mu\text{m}$ 、第 1 半導体層 13 として GaN 層（屈折率 2.8、透過率 100%）が $0.6\mu\text{m}$ 、基板 14 としてサファイア基板（屈折率 1.8、透過率 100%）の窒化物系化合物半導体において、第 1 半導体層 13 の底面の反射率を 100% として外部量子効率をシミュレーションによって求めた。

【0028】

従来の半導体発光素子の形状では、上面の面積は $300\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ 、側面の面積は $300\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$ 程度となり、上面 15 の面積に対する側面 17 の面積の合計の割合が 1.4% となる。このときの外部量子効率を 1 として、上面 15 の面積に対する側面 17 の面積の合計の割合と相対的な外部量子効率との関係を表 1 に示す。

【表 1】

形状	側面の面積の合計／上面の面積	外部量子効率(相対値)
従来(正方形)	1.4%	1
丸	13%	1.09
正方形	14%	1.08
三角(頂角 60°)	17%	1.12
三角(頂角 40°)	18%	1.11
三角(頂角 20°)	21%	1.15

【0029】

表 1 の（側面の面積の合計／上面の面積）に対する外部量子効率を図 4 に示す。図 4 に示すように、上面の形状に係らず上面 15 の面積に対する側面 17 の面積の合計の割合を増加させると外部量子効率が向上する傾向にある。特に、上面 15 の面積に対する側面 17 の面積の合計の割合が 5% を超えると外部量子効率が大きく改善することがわかる。これは、側面から出射する光が減衰していないので、外部量子効率が高くなると考えられる。

【0030】

従って、基板 14 と、基板 14 上に、少なくとも、第 1 半導体層 13 と、活性層 12 と、第 2 半導体層 11 と、を順に備える半導体発光素子であって、第 2 半導体層 11 は第 1 半導体層 13 と異なった極性を持ち、かつ第 2 半導体層 11 の側の露出した上面 15 の面積に対する活性層 12 の露出している側面の第 1 半導体層 13、活性層 12 および第 2 半導体層 11 の面積の合計が 5% 以上である半導体発光素子では、外部量子効率の拡大を図ることができた。

【0031】

(実施の形態 2)

本実施の形態は、基板と、該基板上に、少なくとも、第 1 半導体層と、活性層と、第 2 半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第 2 半導体層は該第 1 半導体層と異なった極性を持ち、かつ該活性層に含まれるすべての点から該活性層の露出している側面までの最短距離を短くすることによって、外部量子効率の拡大を図る半導体発光素子である。

【0032】

図 5 は本願発明の原理を説明した図である。図 6 は本願発明の説明図である。図 5、図 6 において、11 は第 2 半導体層、12 は活性層、13 は第 1 半導体層、14 は基板、15 は第 2 半導体層の側の露出した上面、17 は活性層の露出している側面、28 は点光源である。点光源 28 はこの位置で発光したとする仮想的な点である。図 6 において、16 は活性層の露出した側面、50 は活性層に含まれる点、51 は点 50 から側面 16 までの距離を示す。

【0033】

図 5 において、基板 14 上に第 1 半導体層 13、活性層 12、第 2 半導体層 11、が形成されている。第 2 半導体層 11 と第 1 半導体層 13 はそれぞれ p 型又は n 型の半導体層で、かつ極性が異なっている。このとき、p 型半導体層から供給されたホールと n 型半導体層から供給された電子が活性層 12 で再結合して発光する。点光源 28 からの光は、図 2 で説明したように、図 5 における第 2 半導体層 11 の側の上面から出射するか、第 2 半導体層 11、第 1 半導体層 13 を伝搬して側面から出射する。このとき、点光源 28 からの光は活性層 12 を何回か横切る。また、活性層 12 は、電子とホールとの再結合によって得られたエネルギーに対応した波長をもつ光を発する。つまり、逆にその波長の光が活性層 12 を通過すると、活性層 12 はその波長の光にとって吸収体となり、光は減衰する。

【0034】

従来の半導体発光素子では、半導体層の幅が半導体層の厚みに比べ相対的に大きいため、活性層で発光した光が半導体層の側面に到達するまでの距離が長く、半導体層と外部との境界面で反射して活性層を横切る回数が多い。そのため、光が半導体層の側面から出射したときには、光が減衰しており、十分な外部量子効率を得ることができなかった。

【0035】

本実施の形態では、図 6 における活性層 12 に含まれる点 50 から側面 16 までの距離 51 を短くすることにより、結果として、活性層 12 で発光した光が側面 16 に到達するまでに活性層 12 を横切る回数を減らし、光の減衰量を少なくすることが可能となった。つまり、側面 16 から出射する光の出射効率を高くし、外部量子効率を向上させることが可能となった。

【0036】

本実施の形態では、実験を重ねた結果、図 6 において、活性層 12 に含まれる点 50 から側面 16 までの最短距離が $40\ \mu\text{m}$ 以下のとき、外部量子効率が大きく向上することがわかった。ここで、最短距離とは、点 50 から側面 16 までの距離 51 のうち最短のものをいう。

【0037】

従って、基板 14 と、基板 14 上に、少なくとも、第 1 半導体層 13 と、活性層 12 と、第 2 半導体層 11 と、を順に備える半導体発光素子であって、第 2 半導体層 11 は第 1 半導体層 13 と異なった極性を持ち、かつ活性層 12 に含まれるすべての点 50 から活性層 12 の露出している側面 16 までの最短距離を $40\ \mu\text{m}$ 以下である半導体発光素子では、外部量子効率の拡大を図ることができた。

【0038】

(実施の形態 3)

本実施の形態は、基板と、該基板上に形成された少なくとも第 1 半導体層と活性層と第 2 半導体層とを順に含む 2 以上のメサ部と、を備える半導体発光素子であって、該第 2 半

導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ少なくとも該第2半導体層および該活性層が該メサ部間で空間的に分離されることによって外部量子効率の拡大を図る半導体発光素子である。

【0039】

図7に本願発明の半導体発光素子の構造の例を示す。図7において、11は第2半導体層、12は活性層、13は第1半導体層、14は基板、15は第2半導体層の側の露出した上面、17は活性層の露出している側面、20はメサ部、21、22はボンディングパッドである。図7では、上面15の形状が三角形をしたメサ部20が基板14上に2つ形成されている。基板14上のメサ部20は2つに限らず、複数あればよい。このようなメサ部20は、基板14上に活性層12を含む半導体層を積層した後に、メサ部20となる部分を除いてエッチングすることによって形成することができる。

【0040】

図7において、基板14上の各メサ部20に少なくとも第1半導体層13、活性層12、第2半導体層11、が形成されている。第2半導体層11上に設けられたボンディングパッド21から第2半導体層11へ、基板14上に設けられたボンディングパッド22から第2半導体層11へ電流が供給される。第2半導体層11と第1半導体層13はそれぞれp型又はn型の半導体層で、かつ極性が異なっている。このとき、p型半導体層から供給されたホールとn型半導体層から供給された電子が活性層12で再結合して発光する。発光した光は、図2で説明したように、それぞれのメサ部20の第2半導体層11の側の上面から出射するか、第2半導体層11、第1半導体層13内を伝播してそれぞれのメサ部20の側面から出射する。

【0041】

図7に示すように、大きなメサ部を形成するよりも、複数の微小なメサ部を基板上に形成する方が、第1半導体層13、第2半導体層11を伝搬する光は活性層12で吸収される前にメサ部20の側面から出射するため出射効率が高くなり、その結果、外部量子効率が大きく向上する。

【0042】

実施の形態1で説明したように、本実施の形態による半導体発光素子においても、上面15の面積に対する側面17の面積の合計の割合が5%を超えると外部量子効率が大きく改善する。

【0043】

また、実施の形態2で説明したように、本実施の形態による半導体発光素子においても、活性層12に含まれる点から活性層12が露出した側面までの最短距離が40 μ m以下であると外部量子効率が大きく改善する。

【0044】

図7では、基板14の上部には第1半導体層13の一部がエッチングされずに残されているため、ボンディングパッド22は基板14に設けられている。もちろん、導体を基板14とすることができれば、第1半導体層13の一部が残されなくても、ボンディングパッド22は基板14上に設けることができ、さらに、共通のボンディングパッドでもよい。基板14が導体でもなく、基板14の上部に第1半導体層13の一部が残されてもいない場合は、ボンディングパッド22は第1半導体層13に接続されるように、第1半導体層13に形成した棚部等に設ければよい。

【0045】

従って、基板14と、基板14上に形成された少なくとも第1半導体層13と活性層12と第2半導体層11とを順に含む2以上のメサ部20と、を備える半導体発光素子であって、第2半導体層11は第1半導体層13と異なった極性を持ち、かつ少なくとも第2半導体層11および活性層12がメサ部間で空間的に分離された半導体発光素子では、上面15の面積に対する側面17の面積の合計の割合を大きくすることができるため、外部量子効率を大きく改善することができた。また、本実施の形態の半導体発光素子では、活性層12に含まれる点から活性層の露出した側面までの最短距離を短くすることもできる

ため、外部量子効率を大きく改善することができた。

【0046】

さらに、上面15の面積に対する側面17の面積の合計の割合を5%以上にした半導体発光素子や、活性層12に含まれるすべての点から活性層12の露出した側面までの最短距離が $40\mu\text{m}$ 以下の半導体発光素子では、側面から出射する光が減衰し難いので、外部量子効率の拡大を図ることが可能となる。

【0047】

(実施の形態4)

本実施の形態は、基板と、該基板上に形成された少なくとも第1半導体層と活性層と第2半導体層とを順に含む2以上のメサ部と、を備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ該メサ部を接続するブリッジ部を除いて少なくとも該第2半導体層および該活性層が該メサ部間で空間的に分離されることによって外部量子効率の拡大を図る半導体発光素子である。

【0048】

図8、図9に本願発明の半導体発光素子の構造の例を示す。図8、図9において、11は第2半導体層、12は活性層、13は第1半導体層、14は基板、15は第2半導体層の側の露出した上面、17は活性層の露出している側面、20はメサ部、21、22はボンディングパッド、23はブリッジ部、24は棚部である。図8、図9では、上面15の形状が三角形をしたメサ部20が基板14上に2つ形成されている。基板上のメサ部は2つに限らず、複数あればよい。2つのメサ部はブリッジ部23によって接続されている。

【0049】

ここで、ブリッジ部23は、基板上に形成された複数のメサ部20を電氣的に接続するためのもので、基板14上に活性層12を含む半導体層を積層した後に、メサ部20又はブリッジ部23となる部分を除いてエッチングすることによって形成することができる。本実施の形態では、実施の形態3に示した半導体発光素子において、各メサ部20の活性層12の一部、即ちブリッジ部23によって接続された部分を除いて分離した形態となっている。

【0050】

図8において、基板14上の各メサ部20に少なくとも第1半導体層13、活性層12、第2半導体層11が形成されている。第2半導体層11上に設けられたボンディングパッド21から2つのメサ部20の第2半導体層11へ、棚部24上に設けられたボンディングパッド22から2つのメサ部20の第1半導体層13へ電流が供給される。第2半導体層11と第1半導体層13はそれぞれp型又はn型の半導体層で、かつ極性が異なっている。このとき、p型半導体層から供給されたホールとn型半導体層から供給された電子が活性層12で再結合して発光する。発光した光は、図2で説明したように、それぞれのメサ部20の第2半導体層11の側の上面から出射するか、第2半導体層11、第1半導体層13内を伝播してそれぞれのメサ部20の側面から出射する。

【0051】

図8において、2つのメサ部20の第2半導体層11及び第1半導体層13はブリッジ部23で接続されることによってそれぞれのメサ部20が電氣的に接続されているため、ボンディングパッド21とボンディングパッド22はそれぞれ1つずつあれば足り、半導体発光素子の製造工程が簡易になる。図8の基板14は導体でもなく、基板14の上部に第1半導体層13の一部が残されていないため、ボンディングパッド22は第1半導体層13に接続されるように、第1半導体層13に形成した棚部24に設けている。

【0052】

図9において、基板14上の各メサ部20に少なくとも第1半導体層13、活性層12、第2半導体層11、が形成されている。第2半導体層11上に設けられたボンディングパッド21から2つのメサ部20の第2半導体層11へ、基板14上に設けられたボンディングパッド22から2つのメサ部20の第1半導体層13へ電流が供給される。第2半導体層11と第1半導体層13はそれぞれp型又はn型の半導体層で、かつ極性が異なっ

ている。このとき、p型半導体層から供給されたホールとn型半導体層から供給された電子が活性層12で再結合して発光する。発光した光は、図2で説明したように、それぞれのメサ部の第1半導体層の側の上面から出射するか、第2半導体層11、第1半導体層13内を伝搬してそれぞれのメサ部20の側面から出射する。

【0053】

図9において、2つのメサ部20の第2半導体層11及び第1半導体層13はブリッジ部23で接続されているため、ボンディングパッド21とボンディングパッド22はそれぞれ1つずつあれば足り、半導体発光素子の製造工程が簡易になる。図9の基板14の上部には第1半導体層13の一部がエッチングされないで残されているため、ボンディングパッド22は基板14に設けることができる。もちろん、導体を基板14とすることができれば、第1半導体層13の一部が残されなくても、ボンディングパッド22は基板14上に設けることができる。

【0054】

本実施の形態では、前述した実施の形態3で説明したのと同様の効果が得られることに加え、ボンディングパッドを共通とすることが可能となる。

【0055】

(実施の形態5)

本実施の形態は、少なくとも、基板と、第1半導体層と、活性層と、第2半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は、該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ該第2半導体層の側の露出した上面が該第2半導体層の側の露出した上面から少なくとも該活性層にまで達する凹部を有することによって外部量子効率の拡大を図る半導体発光素子である。

【0056】

図10、図11に本願発明の半導体発光素子の構造の例を示す。図10、図11において、11は第2半導体層、12は活性層、13は第1半導体層、14は基板、17は活性層の露出している側面、21、22はボンディングパッド、24は棚部、27は凹部、である。図10、図11では、深さが少なくとも活性層12にまで達する凹部27が2つ設けられているが、第2半導体層11の側の上面の凹部27は2つに限らず、1以上あればよい。このような凹部27は、基板14上に活性層12を含む半導体層を積層した後に、エッチングすることによって形成することができる。なお、凹部27の形状および配置について、鋭角を持つ三角形形状をした凹部27を図10、図11に示すものとしたが、本実施の形態の1例であり、凹部27の形状および配置については、種々のものを適用することができる。

【0057】

図10において、基板14上に第1半導体層13、活性層12および第2半導体層11、が形成されている。第2半導体層11上に設けられたボンディングパッド21から第2半導体層11へ、棚部24上に設けられたボンディングパッド22から第1半導体層13へ電流が供給される。第2半導体層11と第1半導体層13はそれぞれp型又はn型の半導体層で、かつ極性が異なっている。このとき、p型半導体層から供給されたホールとn型半導体層から供給された電子が活性層12で再結合して発光する。発光した光は、図2で説明したように、第2半導体層11の側の上面から出射するか、第2半導体層11、第1半導体層13内を伝播してそれぞれの半導体層の側面から出射する。

【0058】

図10に示すように、1以上の凹部27を設けることによって、活性層12が露出した側面が新たに形成され、第1半導体層13、第2半導体層11を伝搬する光は活性層12で吸収される前に新たに形成された側面から出射するため出射効率が高くなり、その結果、外部量子効率が大きく向上する。

【0059】

実施の形態1で説明したように、本実施の形態による半導体発光素子においても、上面15の面積に対する側面17の面積の合計の割合が5%を超えると外部量子効率が大きく

改善する。

【0060】

また、実施の形態2で説明したように、本実施の形態による半導体発光素子においても、活性層12に含まれる点から活性層12が露出した側面までの最短距離が $40\mu\text{m}$ 以下であると外部量子効率が大きく改善する。

【0061】

図10において、第2半導体層11及び第1半導体層13は電氣的に接続されているため、ボンディングパッド21とボンディングパッド22はそれぞれ1つずつあれば足り、半導体発光素子の製造工程が簡易になる。図10の基板14は導体でもなく、基板14の上部に第1半導体層13の一部が残されていない場合は、ボンディングパッド22は第1半導体層13に接続されるように、第1半導体層13に形成した棚部24に設けなければならない。

【0062】

図11において、基板14上に第1半導体層13、活性層12および第2半導体層11が形成されている。第2半導体層11上に設けられたボンディングパッド21から第2半導体層11へ、基板14上に設けられたボンディングパッド22から第1半導体層13へ電流が供給される。第2半導体層11と第1半導体層13はそれぞれp型又はn型の半導体層で、かつ極性が異なっている。このとき、p型半導体層から供給されたホールとn型半導体層から供給された電子が活性層12で再結合して発光する。発光した光は、図2で説明したように、第2半導体層11の側の上面から出射するか、第2半導体層11、第1半導体層13内を伝搬してそれぞれの半導体層の側面から出射する。

【0063】

図11において、第2半導体層11及び第1半導体層13は電氣的に接続されているため、ボンディングパッド21とボンディングパッド22はそれぞれ1つずつあれば足り、半導体発光素子の製造工程が簡易になる。図11の基板14の上部には第1半導体層13の一部がエッチングされずに残されているため、ボンディングパッド22は基板14に設けることができる。もちろん、導体を基板14とすることができれば、第1半導体層13の一部が残されなくても、ボンディングパッド22は基板14上に設けることができる。

【0064】

従って、本実施の形態では、少なくとも、基板14と、第1半導体層13と、活性層12と、第2半導体層11と、を順に備える半導体発光素子であって、第2半導体層11は、第1半導体層13と異なった極性を持ち、かつ第2半導体層11の側の露出した上面15が第2半導体層11の側の露出した上面15から少なくとも活性層12にまで達する凹部を有することによって、上面15に対する側面17の面積の合計の割合を大きくすることが可能で、外部量子効率を改善することができた。また、本実施の形態の半導体発光素子では、活性層12に含まれる点から活性層の露出した側面までの最短距離を短くすることもできるため、外部量子効率を改善することができた。

【0065】

さらに、第2半導体層11の側の露出した上面15の面積に対する側面17の面積の合計の割合を5%以上にした半導体発光素子や、活性層12に含まれるすべての点から活性層12の露出した半導体層の側面までの最短距離が $40\mu\text{m}$ 以下の半導体発光素子では、側面から出射する光が減衰し難いので、外部量子効率の拡大を図ることが可能となる。また、さらに、凹部27を設けても半導体層は電氣的に接続されているため、ボンディングパッドを共通とすることが可能となる。

【0066】

(実施の形態6)

本実施の形態は、少なくとも、基板と、第1半導体層と、活性層と、第2半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ該第2半導体層の側の露出した上面の形状が 45° よりも小さい角度の頂点

を有することによって外部量子効率の拡大を図る半導体発光素子である。

【0067】

図12に本願発明の半導体発光素子の構造の例を示す。図12において、11は第2半導体層、12は活性層、13は第1半導体層、14は基板、15は第2半導体層の側の露出した上面、17は活性層の露出している側面、である。図12では、上面15の形状が三角形をしている。形状は三角形に限らず、多角形でもよい。このような形状は、基板14上に活性層12を含む半導体層を積層した後に、エッチングすることによって形成することができる。

【0068】

第2半導体層11と第1半導体層13はそれぞれp型又はn型の半導体層で、かつ極性が異なっている。このときp型半導体層から供給されたホールとn型半導体層から供給された電子が活性層12で再結合して発光する。発光した光は、図2で説明したように、活性層12の第2半導体層11の側の上面から出射するか、第2半導体層11、第1半導体層13内を伝搬して活性層12が露出した側面から出射する。

【0069】

図12において、上面15の形状は角度 θ の頂点を有する。本実施の形態では、図12における第2半導体層11としてGa_{0.3}N層（屈折率2.8、透過率100%）が0.3 μ mとAlGa_{0.7}N層（屈折率2.65、透過率100%）が0.01 μ m、活性層12としてGaInN層（屈折率2.8、透過率97.5%）が0.1 μ m、第1半導体層13としてGa_{0.6}N層（屈折率2.8、透過率100%）が0.6 μ m、基板14としてサファイア基板（屈折率1.8、透過率100%）の窒化物系半導体発光素子において、第1半導体層13の底面に反射率を100%として、上面15の面積に対する側面17の面積の合計の割合が20%のときの、頂点の角度 θ をパラメータに外部量子効率をシミュレーションによって求めた。

【0070】

従来の半導体発光素子の形状は、上面15の面積に対する側面17の面積の合計の割合が1.4%の正方形である。このときの外部量子効率を1として、上面の頂点の角度に対する外部量子効率の関係を図13に示す。図13に示すように、頂点の角度が45度以下になると外部量子効率が向上する。

【0071】

従って、基板14上に活性層12を含む半導体層が形成された半導体発光素子であって、第2半導体層11は第1半導体層13と異なった極性を持ち、かつ第2半導体層11の側の露出した上面15の形状が45度よりも小さい角度の頂点を有する半導体発光素子は、外部量子効率の拡大を図ることができた。特に、活性層12に含まれるすべての点から活性層12の露出している側面までの最短距離が40 μ m以下である半導体素子や、上面15の面積に対する側面17の面積の合計の割合を5%以上にした半導体発光素子や、活性層12が空間で分離された複数のメサ部を基板上に備える半導体発光素子や、活性層12がブリッジ部をのぞいて空間で分離された複数のメサ部を基板上に備える半導体発光素子では、側面から出射する光が減衰し難いので、外部量子効率の改善効果が高い。

【0072】

（実施の形態7）

本実施の形態は、少なくとも、基板と、第1半導体層と、活性層と、第2半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ該活性層の露出している側面と該第2半導体層の側の露出した上面とのなす一方の内角が138度以上とすることによって外部量子効率の拡大を図る半導体発光素子である。

【0073】

図14に本願発明の半導体発光素子の外形モデルの例を示す。図14において、11は第2半導体層、12は活性層、13は第1半導体層、14は基板、15は第2半導体層の側の露出した上面、17は活性層の露出している側面、26は点光源である。点光源26

はこの位置で発光したとする仮想的な点である。図14に示すような側面17は、縦、横の選択比の差が小さい条件でエッチングすると得られる。

【0074】

図14において、基板14上に第1半導体層13、活性層12、第2半導体層11、が形成されている。第2半導体層11と第1半導体層13はそれぞれp型又はn型の半導体層で、かつ極性が異なっている。このときp型半導体層から供給されたホールとn型半導体層から供給された電子が活性層12で再結合して発光する。図14に示すように、例えば、活性層12の中の点光源26で発光した光は、第2半導体層11の側の上面から出射するか、第2半導体層11、第1半導体層13内を伝搬して各半導体層の側面から出射する。

【0075】

図14において、本実施の形態では、第2半導体層11としてGa_{0.5}N層（屈折率2.8）とAlGa_{0.5}N層（屈折率2.65）、活性層12としてGaInN層（屈折率2.8）、第1半導体層13としてGa_{0.5}N層（屈折率2.8）の窒化物系半導体発光素子において、第1半導体層13の底面の反射率を100%として側面17と上面15のなす内角の最適値を求めた。

【0076】

活性層12で発光した光が第2半導体層11の側の上面で臨界角で反射して、さらに、第1半導体層13の底面で反射して、側面に対して臨界角である21度よりも小さい入射角 ϕ で入射する条件は、 $\alpha \geq 138$ である。側面17への入射角が21度よりも小さいと、側面で全反射されずに、外部の空気中に射出する。

【0077】

従って、基板14上に活性層12を含む半導体層が形成された半導体発光素子であって、第2半導体層11は第1半導体層13と異なった極性を持ち、かつ側面17と上面15のなす内角を138度以上とする半導体発光素子は、外部量子効率の拡大を図ることができた。特に、活性層12に含まれるすべての点から活性層12の露出している側面までの最短距離が40 μ m以下である半導体素子や、上面15の面積に対する側面17の面積の合計の割合を5%以上にした半導体発光素子や、活性層12が空間で分離された複数のメサ部を基板上に備える半導体発光素子や、活性層12がブリッジ部をのぞいて空間で分離された複数のメサ部を基板上に備える半導体発光素子では、側面から射出する光が減衰し難いので、外部量子効率の改善効果が高い。

【0078】

（実施の形態8）

本実施の形態は、少なくとも、基板と、第1半導体層と、活性層と、第2半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつその基板上の第1半導体層が形成された面と反対側の面に反射層を有することによって、外部量子効率の拡大を図る半導体発光素子である。

【0079】

図15において、基板14上に活性層12を含む第2半導体層11、第1半導体層13が形成されている。第2半導体層11と第1半導体層13はそれぞれp型又はn型の半導体層で、かつ極性が異なっている。このときp型半導体層から供給されたホールとn型半導体層から供給された電子が活性層12で再結合して発光する。発光した光は、第2半導体層11の側の上面から射出するか、基板14に向かう。基板14が金属基板であれば、基板14に向かった光は、基板で反射される。基板14が透明材料の場合は、基板14の半導体層が形成された面と反対側の面に反射層25を設けると、基板14に向かった光は、反射層25で反射される。

【0080】

活性層12で発光した光が第2半導体層11の側の上面で臨界角で反射したり、反射層25で反射したりして、側面17に対して臨界角である21度よりも小さい入射角 ϕ で入射すると、側面17で全反射されずに、外部の空気中に射出する。

【0081】

従って、基板14上に活性層12を含む半導体層が形成された半導体発光素子であって、第2半導体層11は第1半導体層13と異なった極性を持ち、かつその基板14上の半導体層が形成された面と反対側の面に反射層25を有する半導体発光素子は、外部量子効率の拡大を図ることができた。特に、活性層12に含まれるすべての点から活性層12の露出している側面までの最短距離が $40\mu\text{m}$ 以下である半導体素子や、上面15の面積に対する側面17の面積の合計の割合を5%以上にした半導体発光素子や、活性層12が空間で分離された複数のメサ部を基板上に備える半導体発光素子や、活性層12がブリッジ部をのぞいて空間で分離された複数のメサ部を基板上に備える半導体発光素子では、側面から出射する光が減衰し難いので、外部量子効率の改善効果が高い。

【実施例】

【0082】

本願発明の $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) で表されるIII族窒化物系化合物半導体発光素子は、以下の方法で作製することができた。作製した半導体発光素子の構造を図16に示す。以下、図16を参照して説明する。

【0083】

基板としてのサファイア基板38上に $400\sim 700^\circ\text{C}$ の温度でキャリアガスである水素ガス(H_2)と共に有機金属化合物ガスであるトリメチルガリウム(TMG)と反応ガスであるアンモニア(NH_3)を原料ガスとして供給し、有機金属化合物気相成長法により、GaNからなる層を $0.01\sim 0.2\mu\text{m}$ 程度形成する。GaN層は半導体発光素子の半導体層の一部としてのGaN低温バッファ層37となる。サファイア基板38の形成の際に、必要により SiH_4 を供給して、ドーパントとしてのSiを添加してもよい。半導体発光素子のサファイア基板の低温バッファ層37が形成される面と反対側の面に金属反射層42を形成する場合は、GaN低温バッファ層37を形成する前に、予め、金属で蒸着等により金属反射層42を形成しておく。

【0084】

次に、 $900\sim 1200^\circ\text{C}$ の温度で前述の原料ガスに加えてドーパントとしての SiH_4 を供給し、 $n\text{-GaN}:\text{Si}$ からなる層を $2\sim 5\mu\text{m}$ 程度形成する。 $n\text{-GaN}:\text{Si}$ 層は半導体発光素子の半導体層の一部としての $n\text{-GaN}:\text{Si}$ 高温バッファ層36となる。

【0085】

次に、前述の原料ガスに加えてトリメチルインディウムを導入し、バンドギャップエネルギーが半導体層のバンドギャップエネルギーよりも小さくなる材料、例えば、 $\text{In}_{1-y}\text{Ga}_y\text{N}$ ($0 < y \leq 1$) からなる層を $0.002\sim 0.1\mu\text{m}$ 程度形成する。 $\text{In}_{1-y}\text{Ga}_y\text{N}$ 活性層は半導体発光素子の活性層としての $\text{In}_{1-y}\text{Ga}_y\text{N}$ 活性層35となる。

【0086】

次に、前述の原料ガスに加えてp型のドーパントとしてシクロペンタジエニルマグネシウム(Cp_2Mg)を供給し、 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 1$):Mgからなる層を $0.01\mu\text{m}$ 程度形成する。 $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ($0 < x < 1$):Mg層は半導体発光素子の半導体層の一部としての $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}:\text{Mg}$ 半導体層34となる。

【0087】

次に、前述の原料ガスに加えてp型のドーパントとしてシクロペンタジエニルマグネシウム(Cp_2Mg)を供給し、 $p\text{-GaN}:\text{Mg}$ からなる層を $0.3\sim 1\mu\text{m}$ 程度形成する。 $p\text{-GaN}:\text{Mg}$ 層は半導体発光素子の半導体層の一部としての $p\text{-GaN}:\text{Mg}$ コンタクト層33となる。

【0088】

さらに、 $400\sim 800^\circ\text{C}$ でアニールを行い、 $p\text{-GaN}:\text{Mg}$ 半導体層34と $p\text{-GaN}$ コンタクト層33のドーパントの活性化を図る。III族窒化物系化合物からなる窒化物系半導体素子のp型層はドーパントとしてのMgなどがドーピングされているが、Mg

などはドーピングの際、キャリアガスである H_2 や反応ガスである NH_3 のHと化合し、ドーパントとしての働きをせず高抵抗になる。そこで、MgとHを切り離し、Hを放出して低抵抗化するために、アニールをおこなう。

【0089】

次に、p型電極としてNi/Auを蒸着により形成する。蒸着されたNi/AuはNi/Au p型電極32となる。

【0090】

次に、n型電極を形成するため、レジストを塗布してパターンニングを行い、成長した各半導体層、活性層、p型電極の一部をドライエッチングにより除去して、n-GaN:Si高温バッファ層36を露出させる。さらに、レジストを塗布してパターンニングを行い、Ni/Auを蒸着により形成する。リフトオフを行って、Al/Au n型電極40となる。ここでは、ドライエッチングにより半導体層等の一部を除去したが、半導体層を形成する材料によっては、ウェットエッチング等、他の手法を使用してもよい。

【0091】

基板上に複数のメサ部や凹部を形成する場合は、各メサ部や凹部に対応してパターンニングを行う。複数のメサ部の半導体層上面に電流を拡散させるための電流拡散層を設けるためには、各メサ部を結ぶようにブリッジ部をパターンニングする。このとき、Ni/Au p型電極32がp側の電流拡散層に、n-GaN:Si高温バッファ層36がn側の電流拡散層となる。半導体層の上面に形状45度よりも小さい角度の頂点を持たせる場合は、その形状に合わせてパターンニングする。

【0092】

次に、レジストを塗布してパターンニングを行い、Ti/Auを蒸着により形成する。リフトオフを行って、Ti/Auボンディングパッド31、39とする。電流拡散層、ボンディングパッドの形成には、ドライエッチングだけでなく、ウェットエッチング等、他の手法を用いてもよい。

【0093】

次に、電極金属とIII族窒化物系化合物半導体との間をオーミック接触にするためと、Ni/Au p型電極を半透明にするため、300℃程度の熱処理を行う。ついで、SiO₂膜をパッシベーション膜として形成する。Ti/Auボンディングパッド31、39を露出するために、レジストでパターンニングしてフッ酸等のエッチェントでTi/Auボンディングパッド31、39にあたる部分をウェットエッチングする。サファイア基板ごとダイシングにより、チップ化し、本願発明の半導体発光素子を得ることができた。

【産業上の利用可能性】

【0094】

本発明の半導体発光素子は、LEDとして適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0095】

【図1】従来のIII族窒化物系化合物からなるGaN系半導体発光素子の構成を説明する図である。

【図2】活性層を有する半導体発光素子の中を伝搬する光の例を説明する図である。

【図3】本願発明の半導体発光素子の外形モデルの例を説明する図である。

【図4】本願発明の半導体発光素子の半導体層の上面の面積に対する側面の面積の合計の割合と外部量子効率との関係を説明する図である。

【図5】本願発明の原理を説明する図である。

【図6】本願発明の半導体発光素子を説明する図である。

【図7】本願発明の半導体発光素子の構造の例を説明する図である。

【図8】本願発明の半導体発光素子の構造の例を説明する図である。

【図9】本願発明の半導体発光素子の構造の例を説明する図である。

【図10】本願発明の半導体発光素子の構造の例を説明する図である。

【図11】本願発明の半導体発光素子の構造の例を説明する図である。

【図 12】本願発明の半導体発光素子の構造の例を説明する図である。

【図 13】本願発明の半導体発光素子の半導体層の上面の頂点の角度に対する外部量子効率の関係を説明する図である。

【図 14】本願発明の半導体発光素子の外形モデルの例を説明する図である。

【図 15】本願発明の半導体発光素子の構造の例を説明する図である。

【図 16】本願発明の実施例として作製した半導体発光素子の構造の例を説明する図である。

【符号の説明】

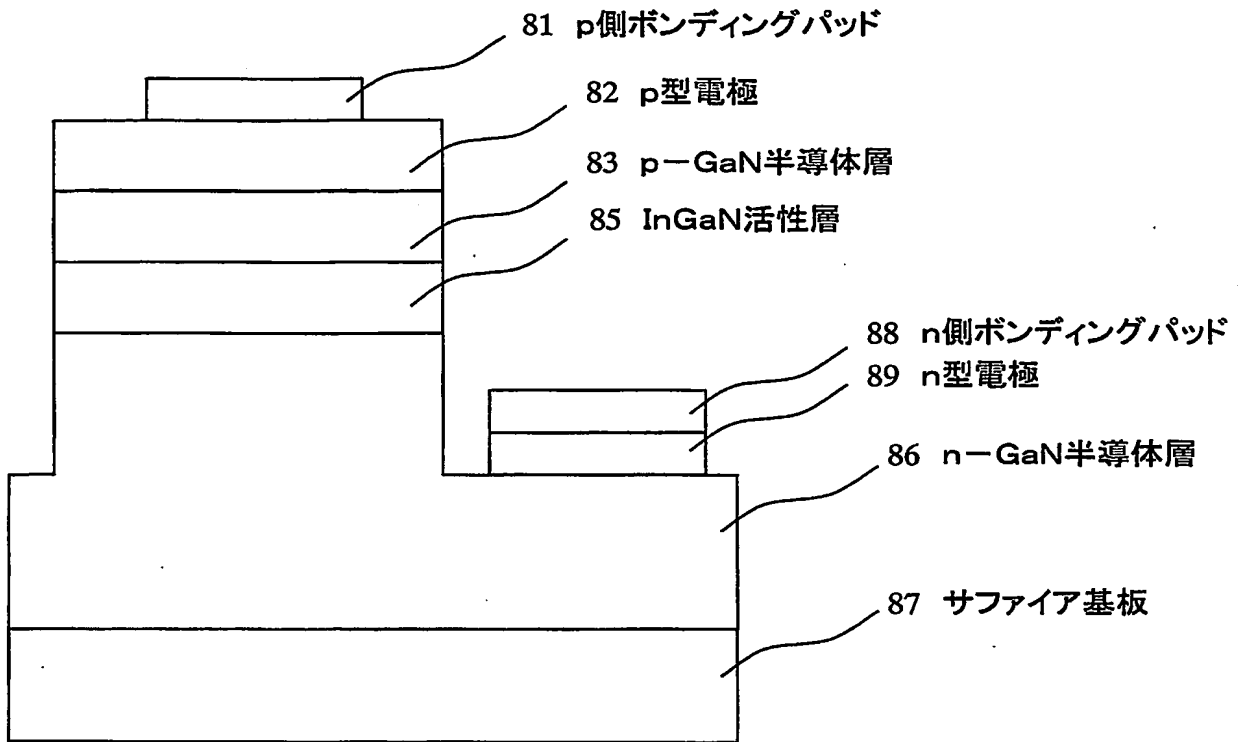
【0096】

- 11 第2半導体層
- 12 活性層
- 13 第1半導体層
- 14 基板
- 15 第2半導体層の側の露出した上面
- 16 活性層の露出した側面
- 17 活性層の露出した側面
- 20 メサ部
- 21、22 ボンディングパッド
- 23 ブリッジ部
- 24 棚部
- 25 反射層
- 26 点光源
- 27 凹部
- 28 点光源
- 29 半径
- 50 活性層に含まれる点
- 51 側面までの距離
- 31、39 Ti/Au ボンディングパッド
- 32 Ni/Au p型電極
- 33 p-GaN:Mgコンタクト層
- 34 Al_xGa_{1-x}N:Mg半導体層
- 35 In_{1-y}Ga_yN活性層
- 36 n-GaN:Si高温バッファ層
- 37 GaN低温バッファ層
- 38 サファイア基板
- 40 Al/Au n型電極
- 42 金属反射層
- 81 p側ボンディングパッド
- 82 p型電極
- 83 p-GaN半導体層
- 85 InGaN活性層
- 86 n-GaN半導体層
- 87 サファイア基板
- 88 n型ボンディングパッド
- 89 n型電極
- 91 半導体層
- 92 活性層
- 93 半導体層
- 94 半導体発光素子の上面
- 95 半導体発光素子の底面

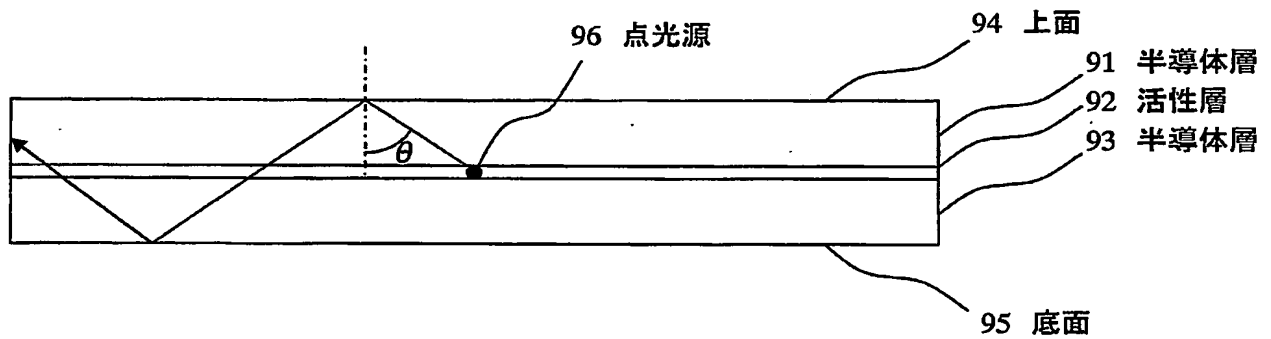
9 6 点光源

【書類名】図面

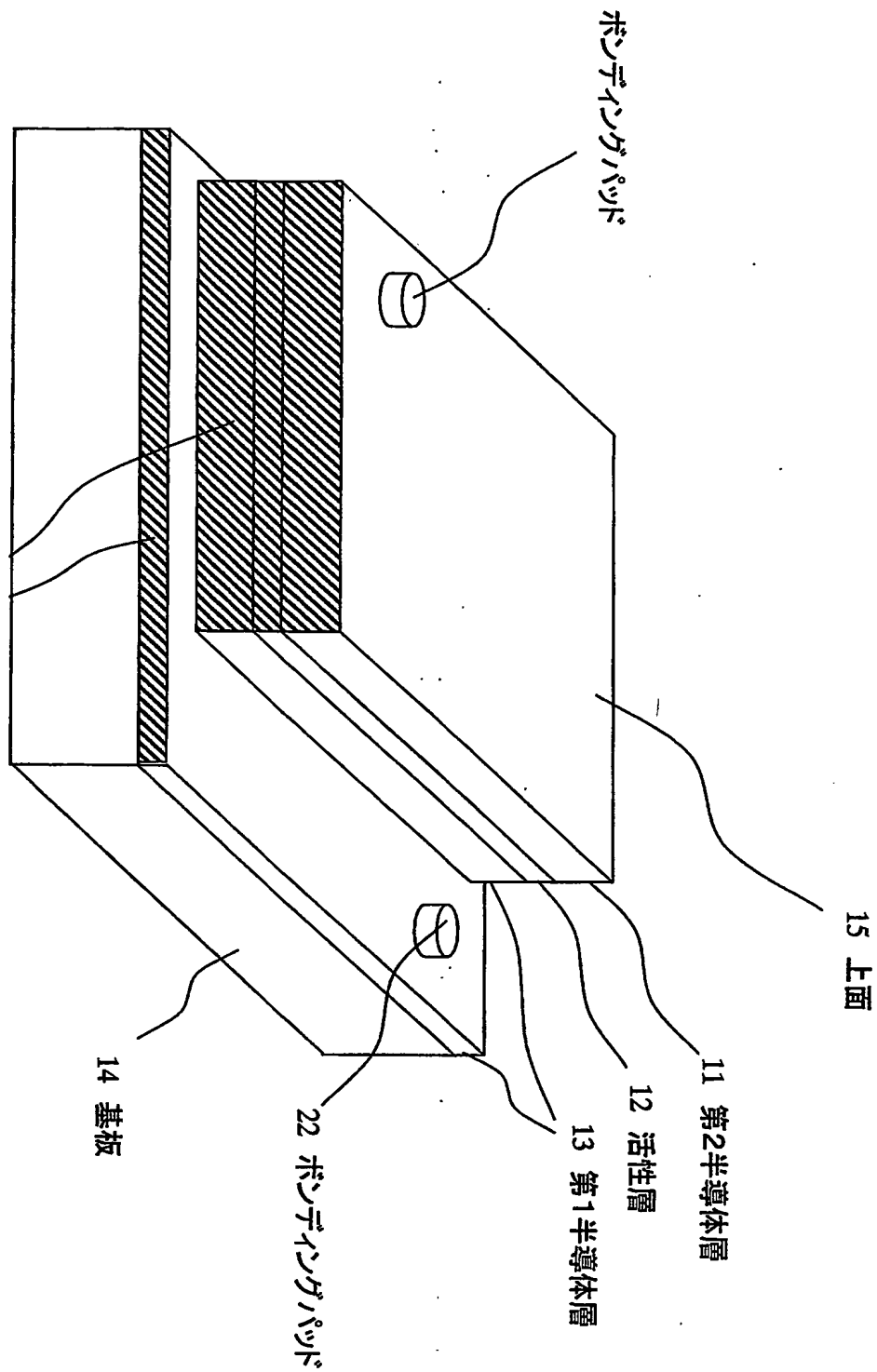
【図1】



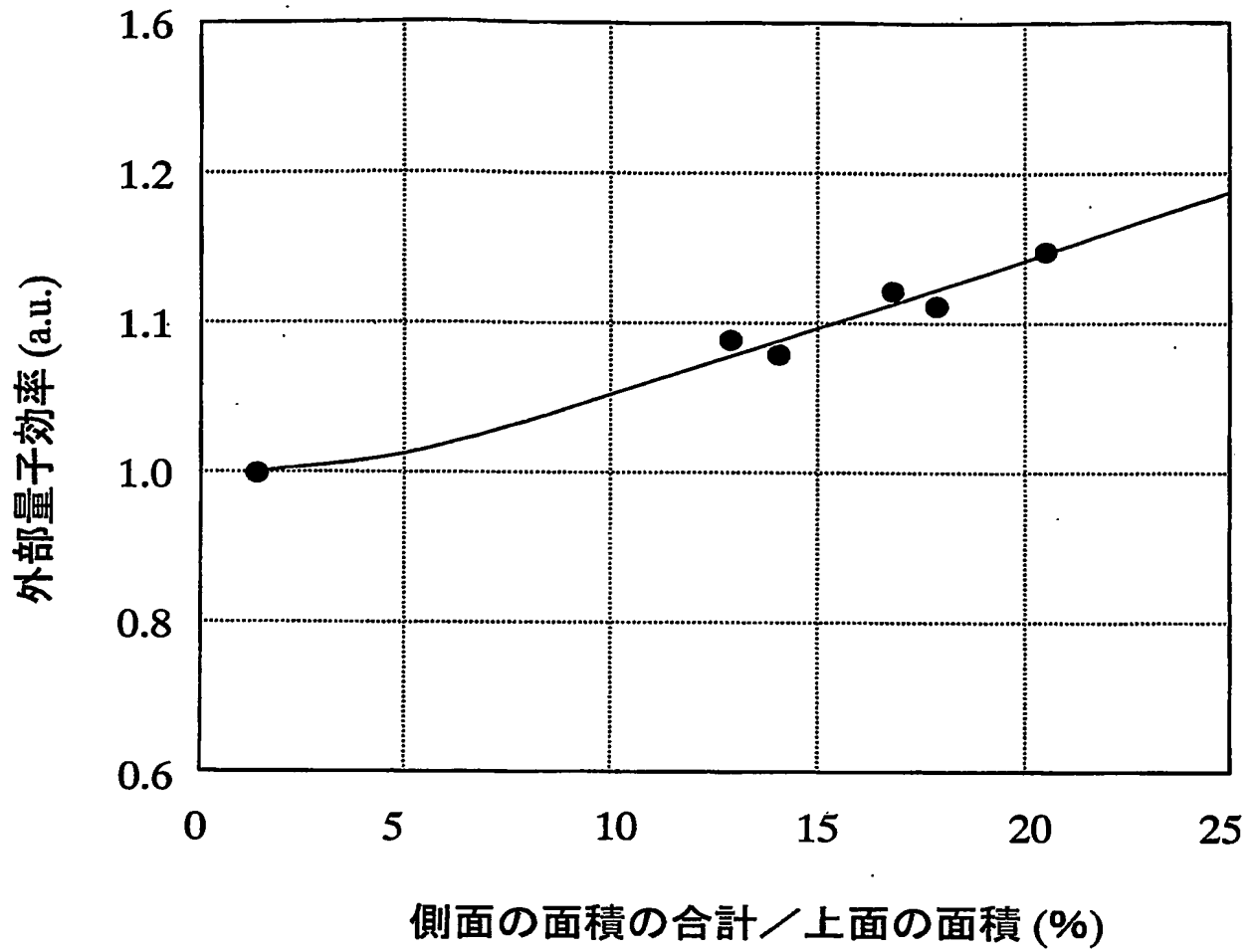
【図2】



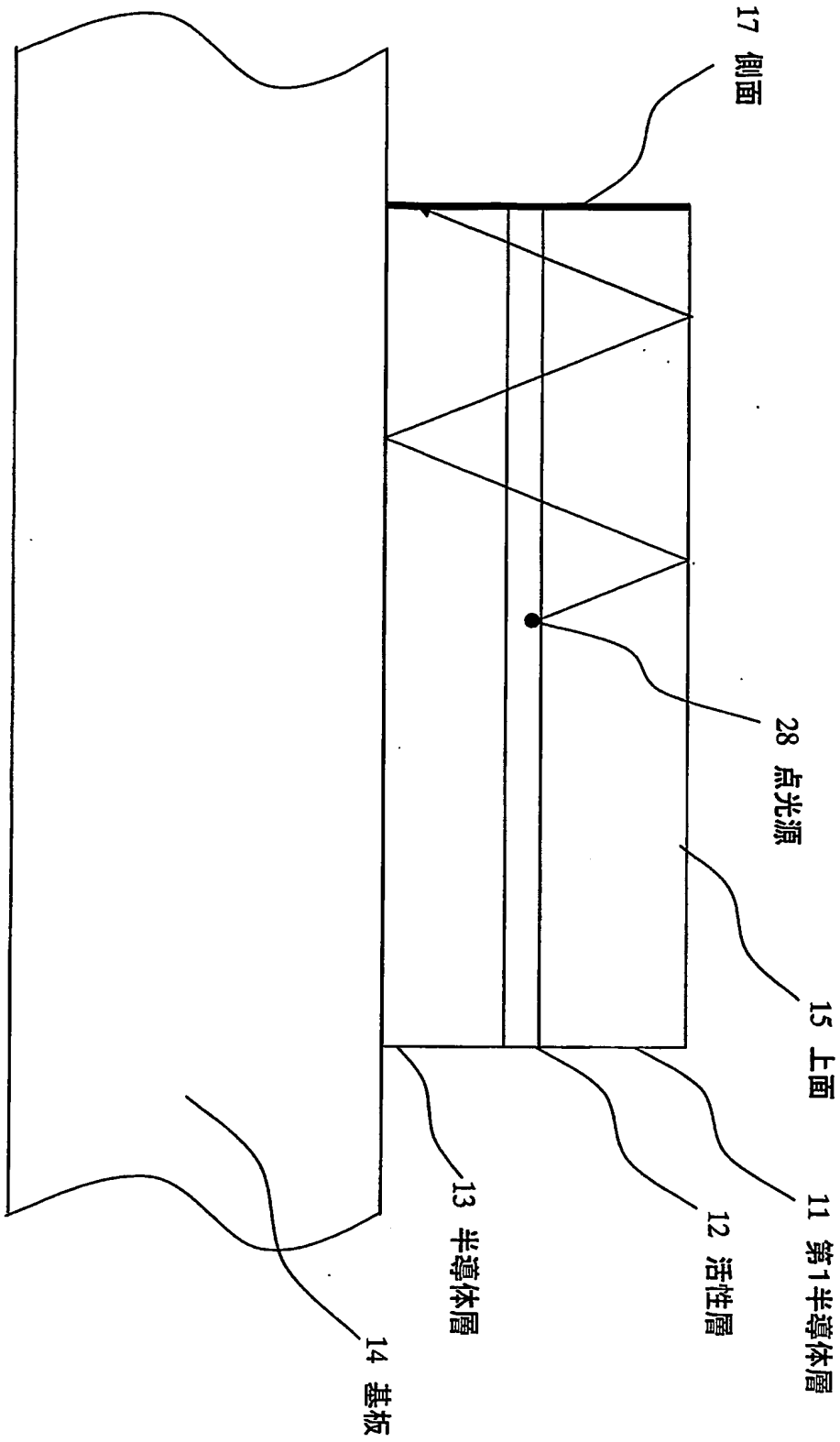
【図 3】



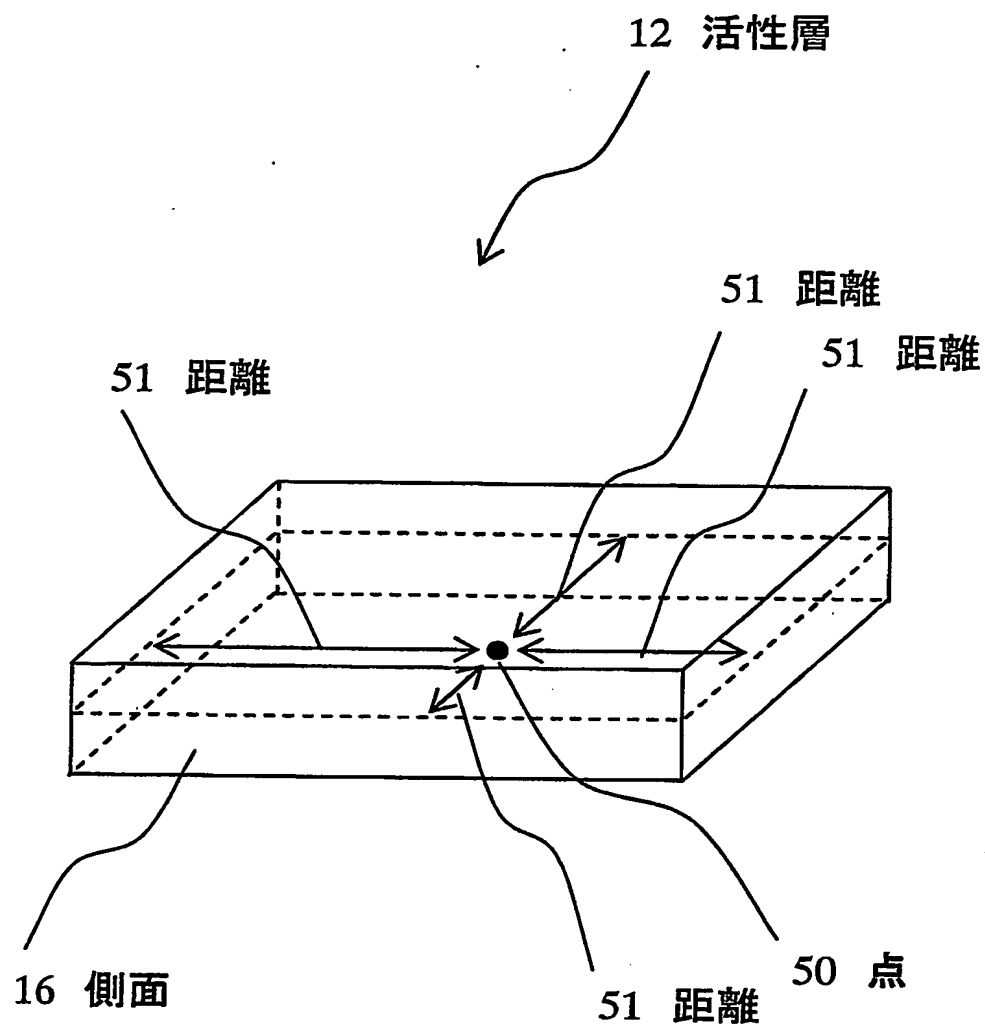
【図 4】



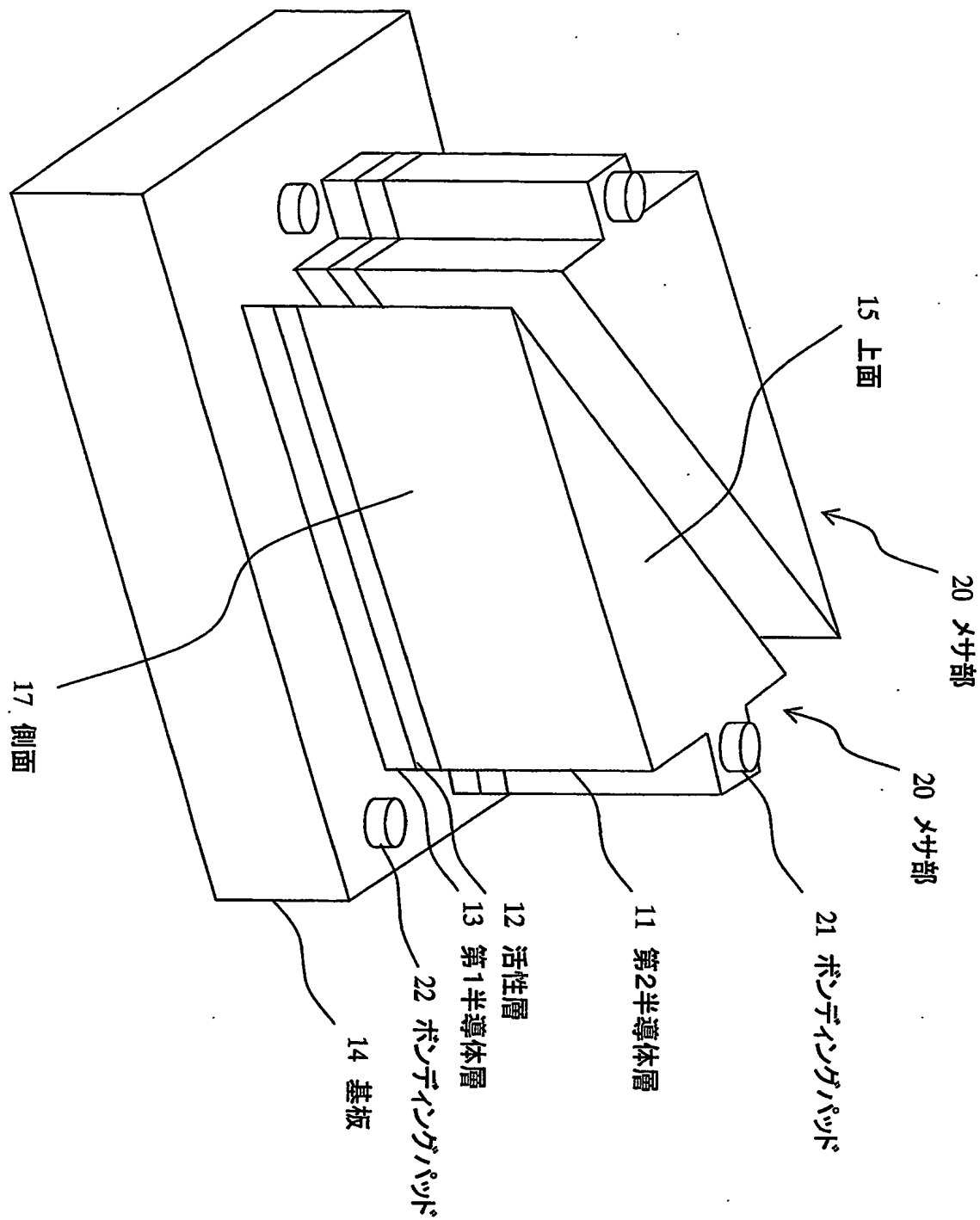
【図 5】



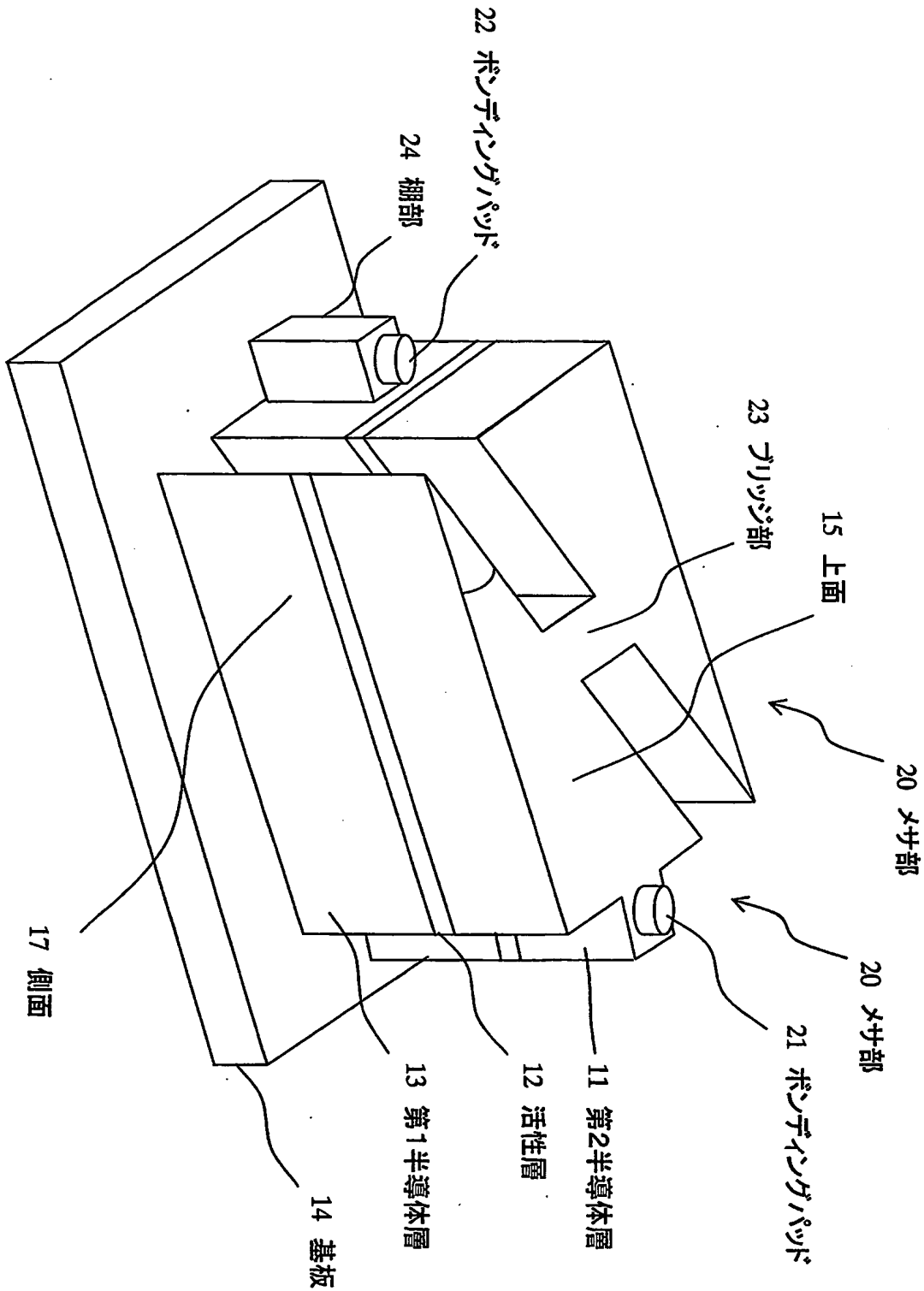
【図 6】



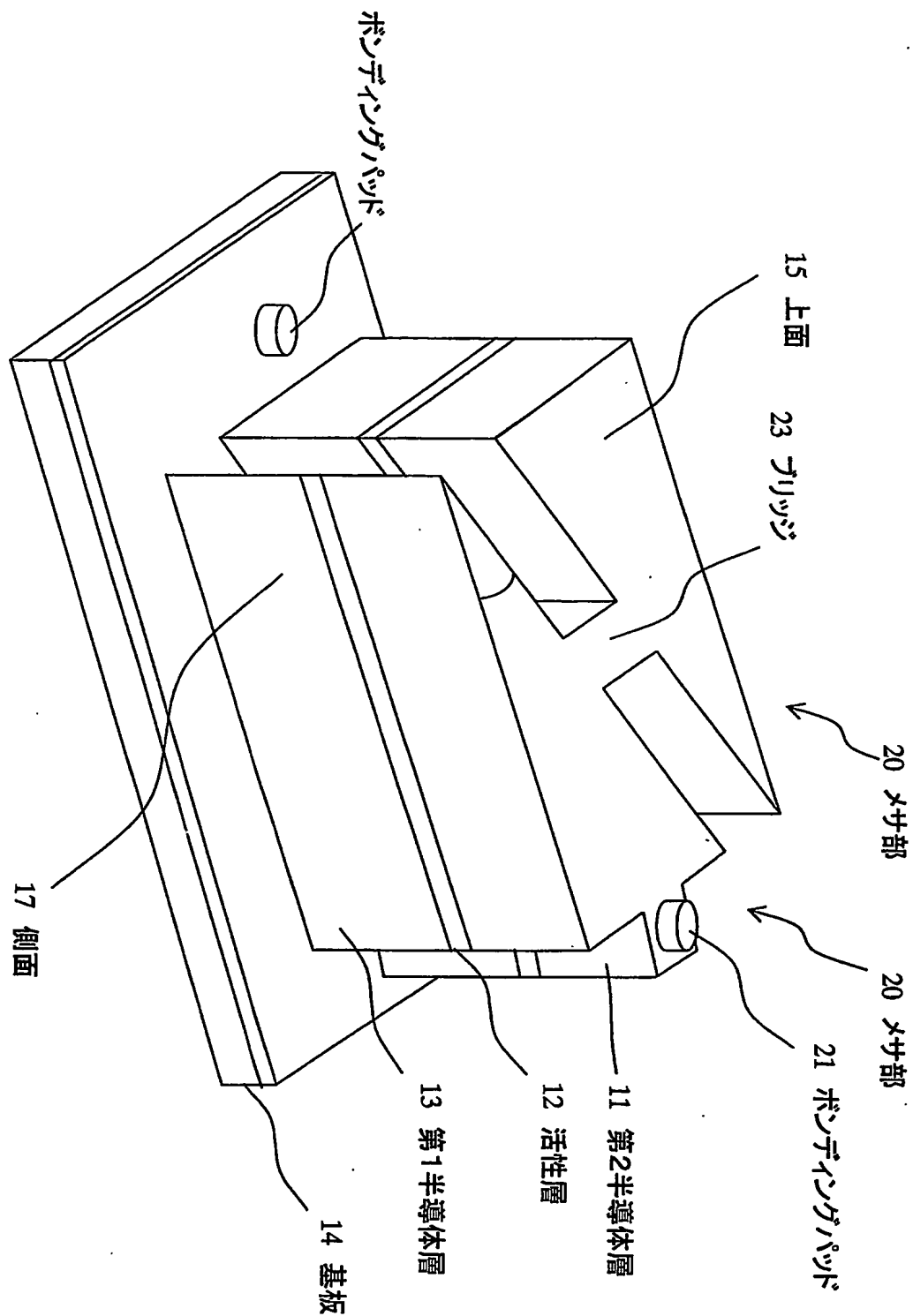
【図 7】



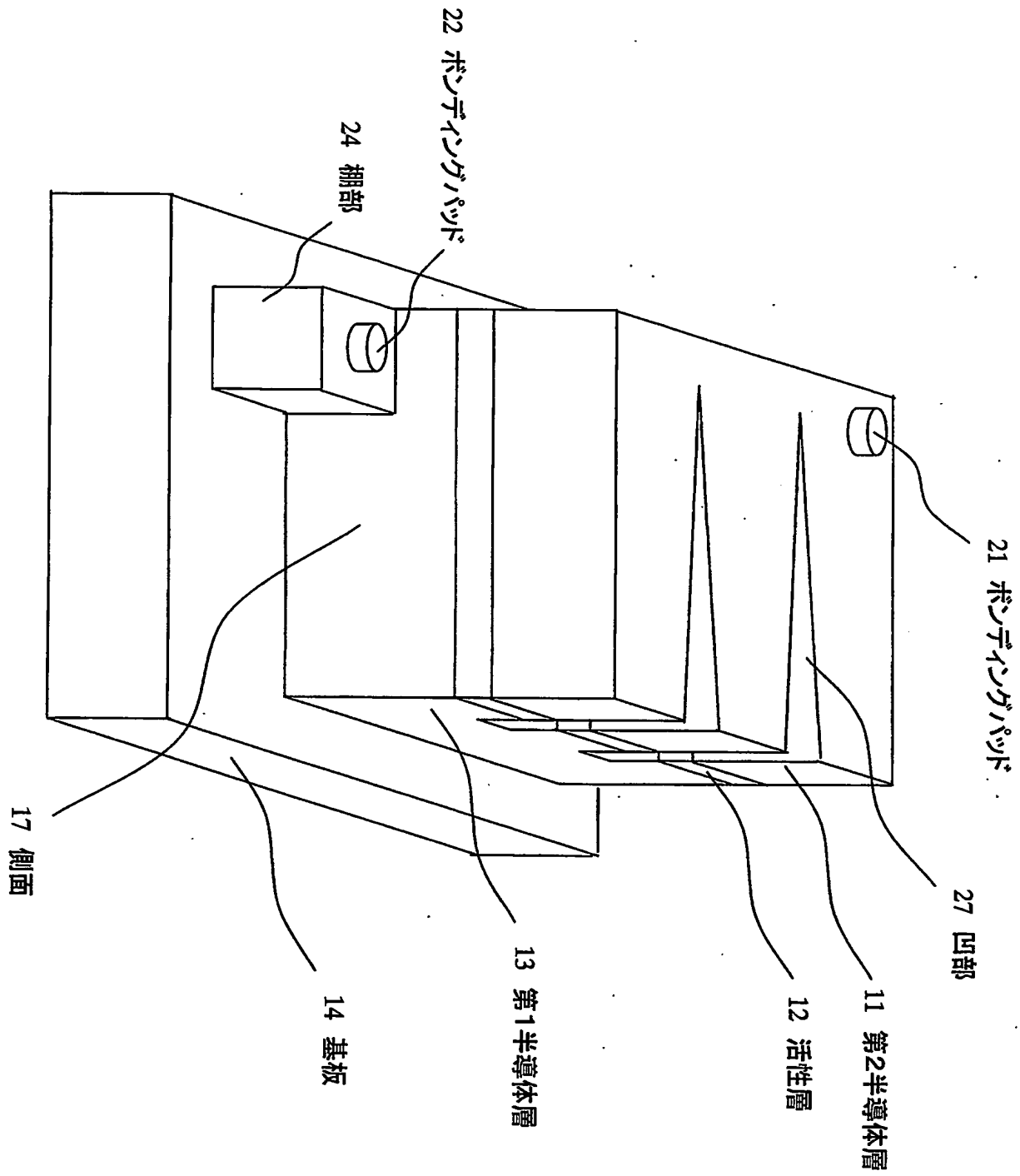
【図 8】



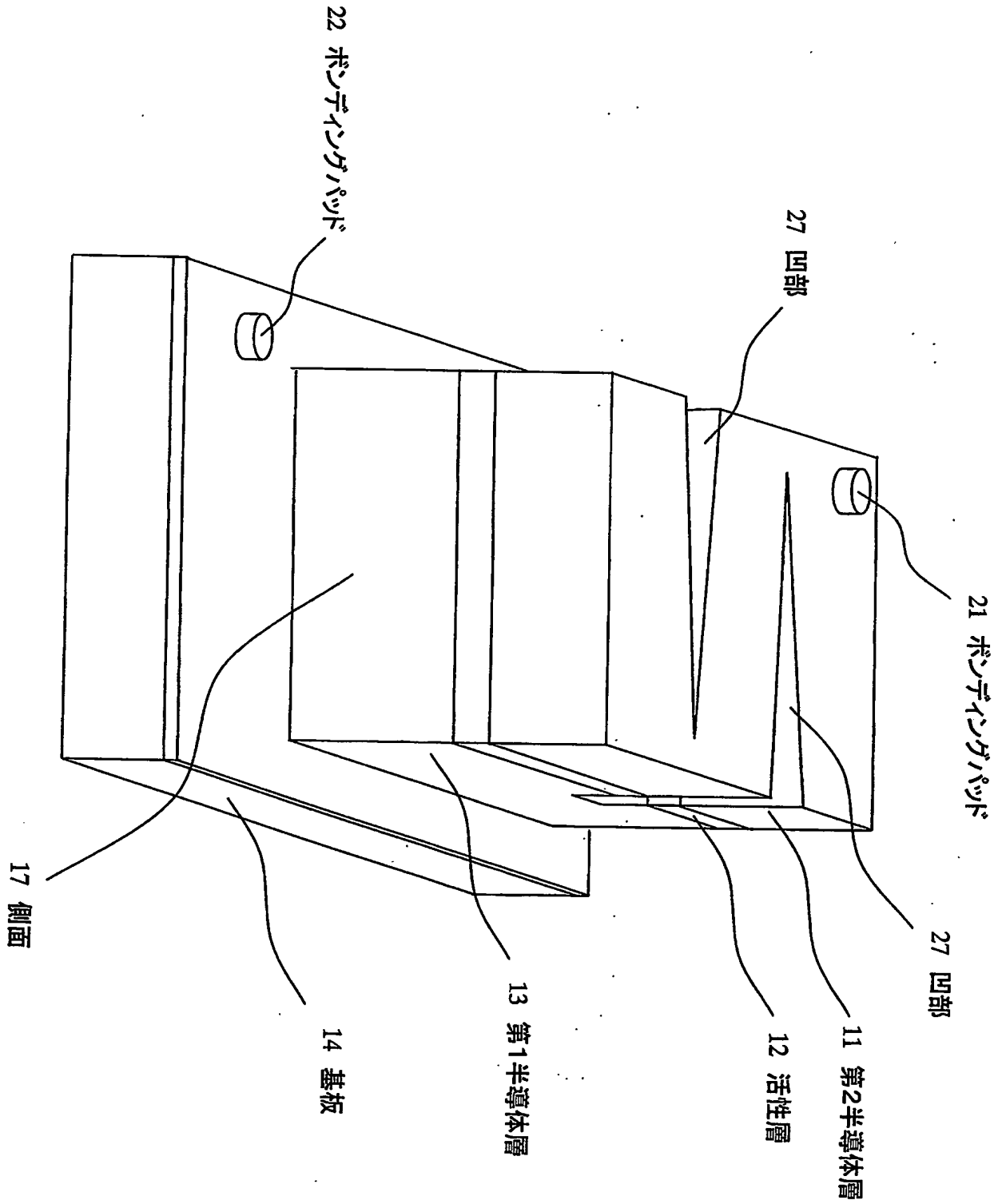
【図 9】



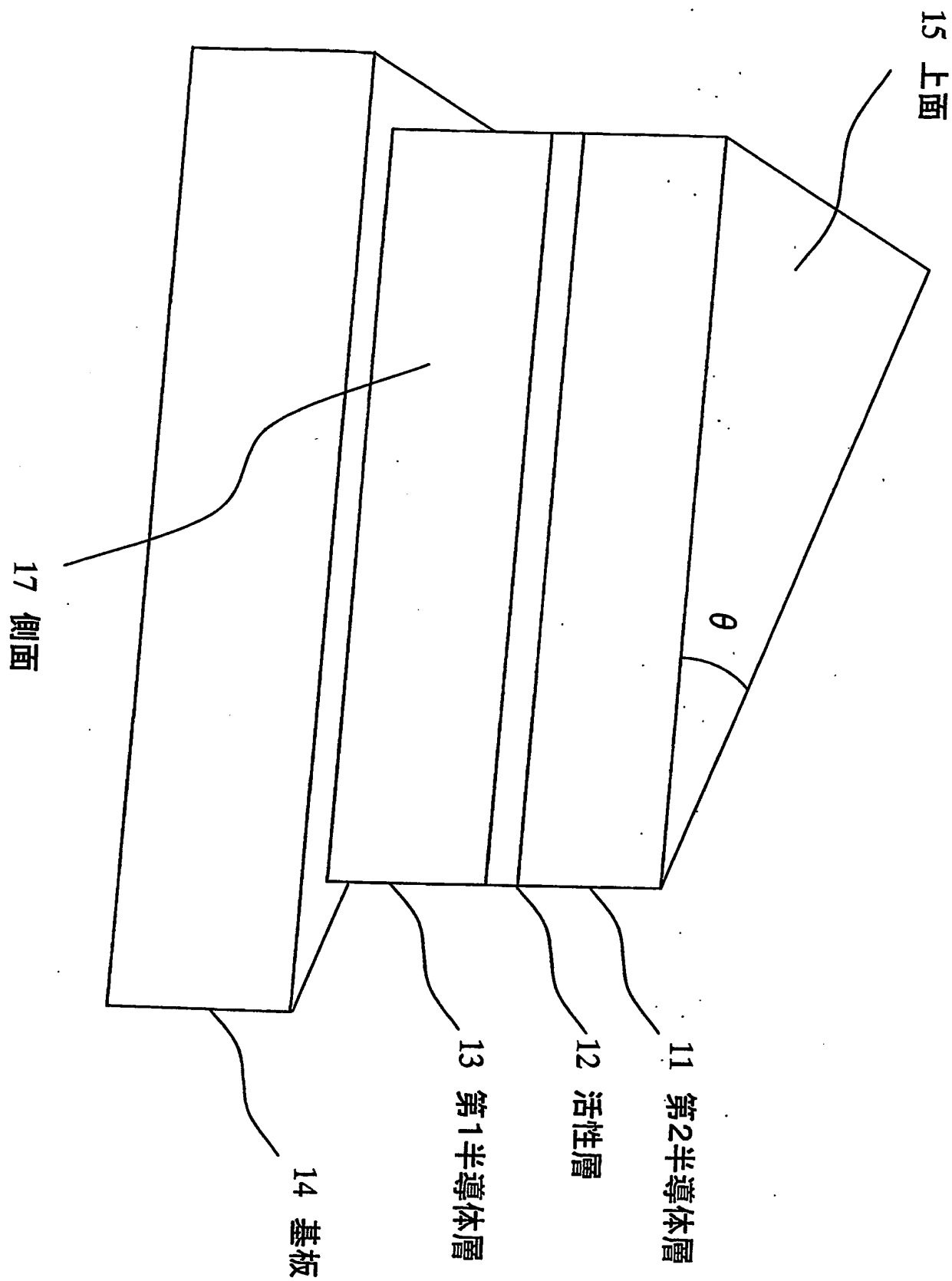
【図10】



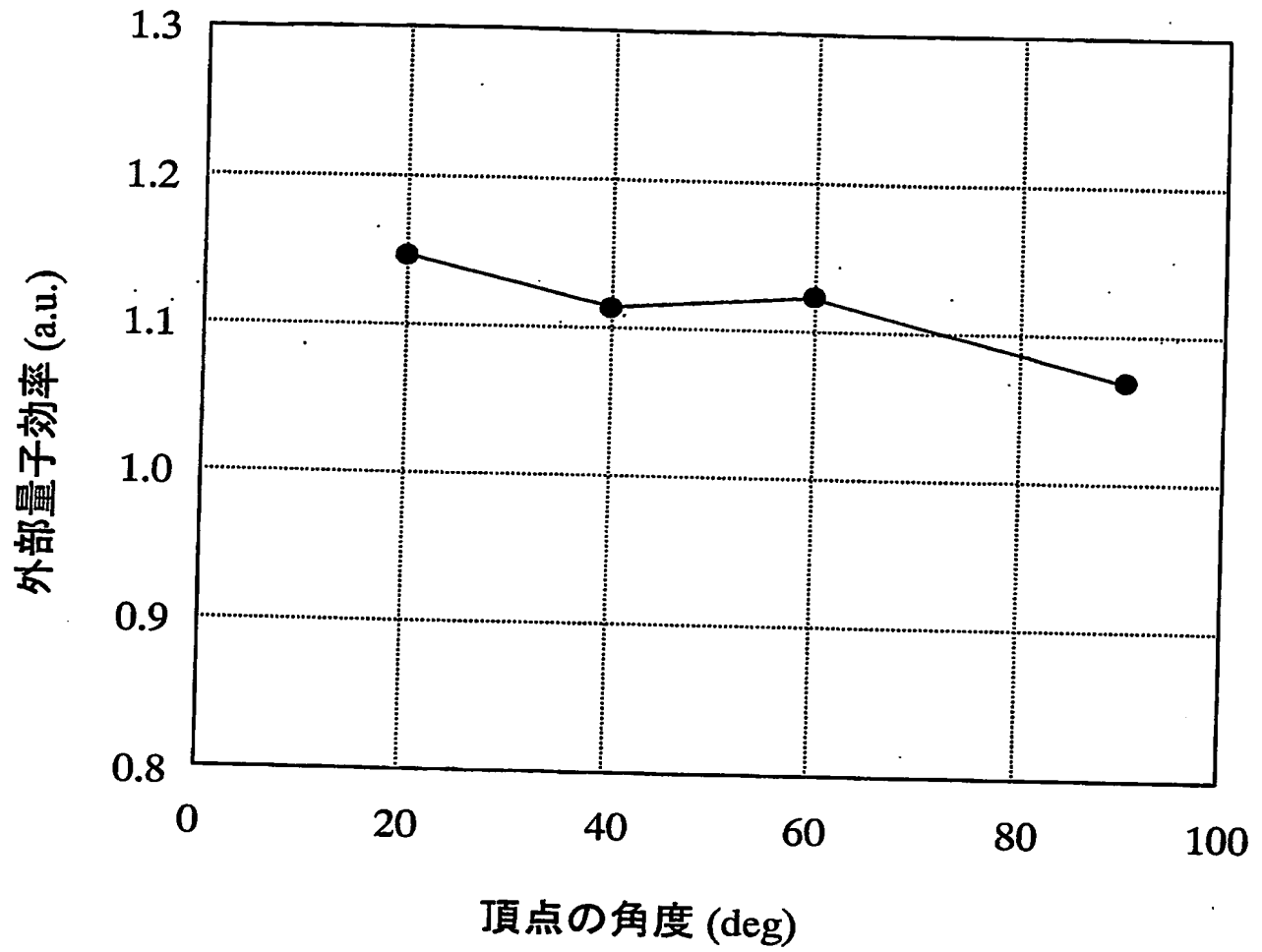
【図 11】



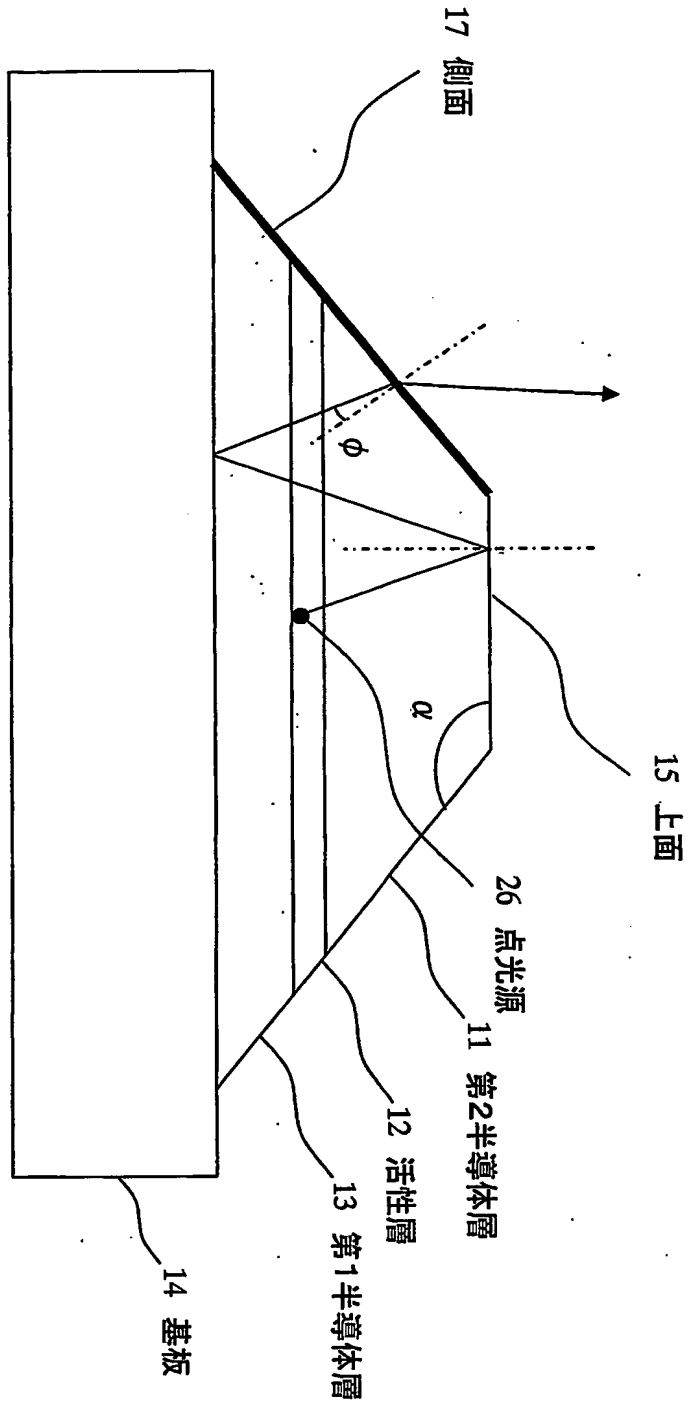
【図 12】



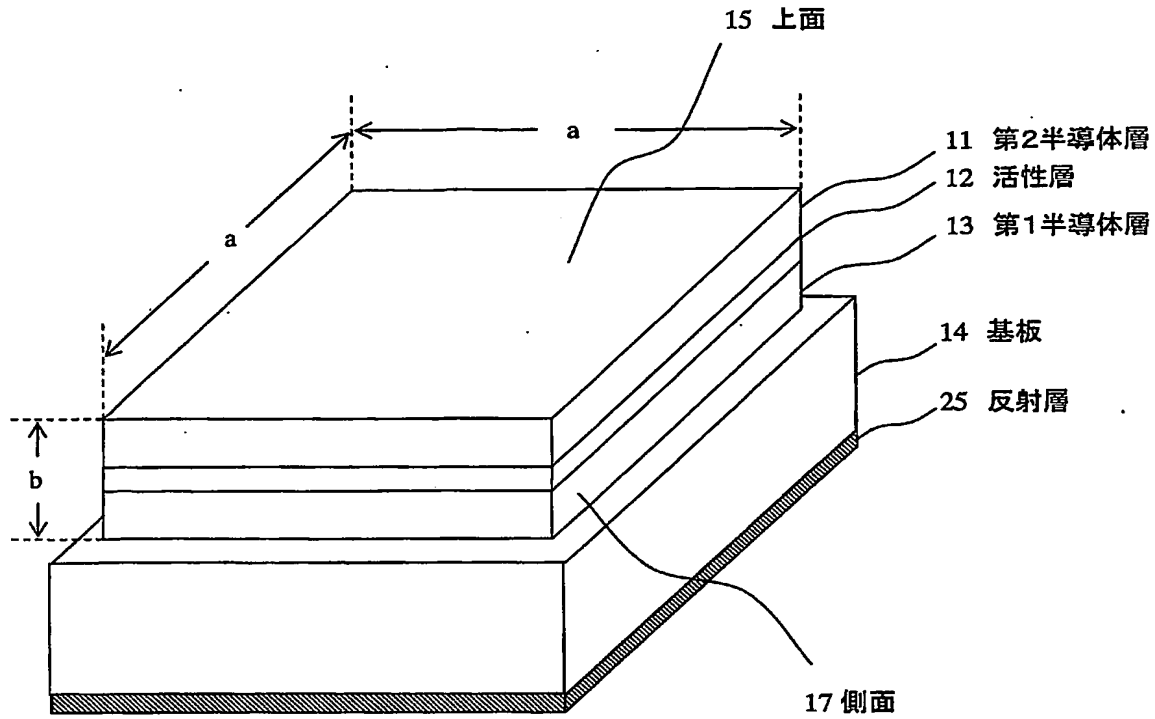
【図 13】



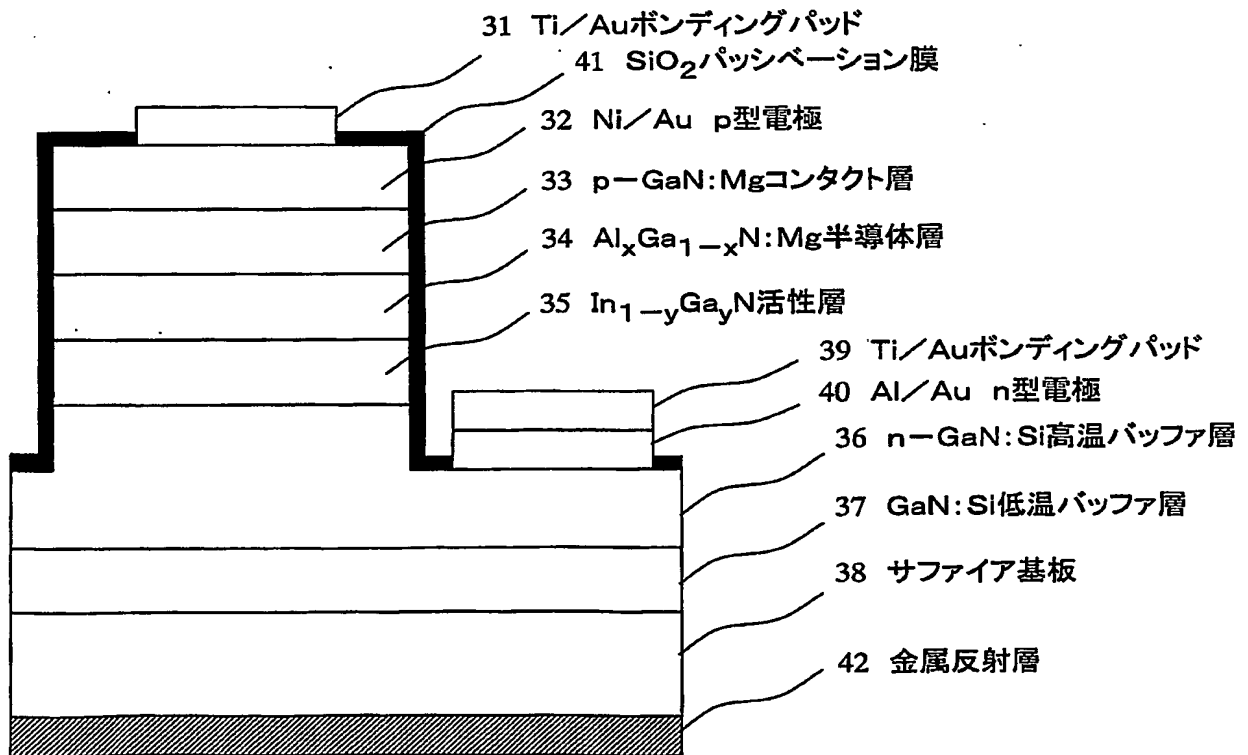
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 III族窒化物系化合物半導体を始め発光素子を形成する材料の屈折率は、空気に比較してかなり高いため、従来の半導体発光素子では、その構造上、活性層で発光した光が空気中に出射するには、半導体層から空気中への入射角が臨界角以下でなければならず、入射角が臨界角を超えると空気中に出射できなくなり、全反射する。

【解決手段】 上記課題を解決するために、本発明は、基板と、該基板上に、少なくとも、第1半導体層と、活性層と、第2半導体層と、を順に備える半導体発光素子であって、該第2半導体層は該第1半導体層と異なった極性を持ち、かつ該第2半導体層の側の露出した上面の面積に対して、該活性層の露出している側面の該第1半導体層、該活性層および該第2半導体層の面積の合計が5%以上である半導体発光素子である。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-002377
受付番号	50400019540
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成16年 1月 8日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 1月 7日

特願 2004-002377

出願人履歴情報

識別番号

[000116024]

1. 変更年月日

1990年 8月22日

[変更理由]

新規登録

住所

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

氏名

ローム株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/000044

International filing date: 05 January 2005 (05.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-002377
Filing date: 07 January 2004 (07.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 03 March 2005 (03.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.